

PERBANDINGAN PENGGUNAAN *POLYPROPYLENE* (PP) DAN *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) PADA CAMPURAN LASTON_WC

Comparison Of Utilization Polypropylene (PP) And High Density Polyethylene (HDPE) On Laston_WC Mixture

Anita Rahmawati¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta Indonesia.

Alamat korespondensi:

email: anita_vgy@yahoo.com

Abstract

Asphalt can be modified by adding different types of additive. One of these additives is the polymers such as Polypropylene (PP) and High Density Polyethylene (HDPE). The addition of polymers typically increases the stiffness of the asphalt and improves its temperature susceptibility. Increased stiffness improves the rutting resistance of the mixture in hot climates and allows the use of relatively softer base asphalt, which in turn, provides better low temperature performance. This study was conducted to determine the effect of utilizing PP and HDPE as a mixture of asphalt concrete in wearing course (Laston_WC) using Marshall design parameters. The parameters assessed are the stability, flow, VIM, VMA, VFA and MQ. The percentage of PP and HDPE as asphalt mixture is 0%, 2%, 4% and 6% by weight of the asphalt. The result of Marshall test showed that the value of stability, flow, VFA and MQ have tendency to increase with increasing of percentage of PP and HDPE. But, the value of VIM and VMA have tendency to decrease with increasing of percentage of PP and HDPE. It can be seen that effect of addition PP on asphalt mixture provide the value of Marshall characteristics are better than asphalt mixture with HDPE.

Keywords: HDPE, Laston, Marshall, PP

Abstrak

Aspal dapat dimodifikasi dengan menambahkan berbagai jenis aditif. Salah satu aditif yang biasa digunakan adalah berupa polimer seperti *Polypropylene* (PP) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). Penambahan polimer biasanya meningkatkan kekakuan aspal dan meningkatkan kerentanan suhu. Peningkatan kekakuan aspal akan meningkatkan ketahanan campuran terhadap rutting dari suhu dan cuaca yang panas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah plastik PP dan HDPE sebagai campuran pada beton aspal (Laston_WC) dengan menggunakan parameter Marshall. Parameter Marshall yang digunakan yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA dan MQ. Prosentase PP dan HDPE yang digunakan sebagai campuran aspal sebesar 0%, 2%, 4% dan 6% dari berat aspal yang digunakan. Hasil uji Marshall menunjukkan bahwa nilai stabilitas, *flow*, VFA dan MQ memiliki kecenderungan mengalami peningkatan dengan bertambahnya prosentase kadar PP dan HDPE yang digunakan. Tetapi, nilai VIM dan VMA memiliki kecenderungan menurun dengan bertambahnya prosentase PP dan HDPE. Hal ini dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan PP pada campuran aspal beton akan memberikan nilai karakteristik Marshall yang lebih baik dari campuran aspal beton dengan HDPE.

Kata kunci: HDPE, Laston, Marshall, PP

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat dalam beberapa dekade terakhir berbanding lurus dengan peningkatan jumlah konsumsi berbagai sumber daya alam. Salah

satunya adalah polimer atau plastik. Plastik telah menjadi salah satu kebutuhan dalam kehidupan kita. Jumlah penggunaan plastik ini meningkat sebesar 24,4% selama kurun waktu 4 tahun. PlasticsEurope.com mencatat

konsumsi plastik di dunia pada tahun 2010 mencapai angka 562,2 miliar pon atau setara dengan 255 miliar kilogram. Biasanya limbah plastik itu terbuang percuma atau didaur ulang untuk dibuat berbagai kerajinan. Padahal sebenarnya ada manfaat lain dari limbah plastik tersebut. Salah satunya untuk konstruksi, seperti konstruksi perkerasan jalan. Konstruksi perkerasan jalan lentur tidak akan bisa lepas dari penggunaan aspal sebagai bahan pengikatnya. Saat ini sudah banyak aspal modifikasi dengan menambahkan berbagai jenis aditif yang berupa polimer. Beberapa polimer yang sudah sangat familier dan biasa kita gunakan adalah *polypropylene* (PP), *Polyethylene* (PE), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dll.

Penambahan polimer bisa meningkatkan kekakuan dari aspal. Peningkatan kekakuan akan meningkatkan kualitas perkerasan terhadap rutting terutama pada musim panas dengan temperatur yang cukup tinggi. (Catt, O.V., 2004, . Coplantz, J.S. et al., 1993).

Penggunaan HDPE dalam *Chip Sealing* juga bisa meningkatkan skid resistance dari perkerasan jalan sehingga bisa menurunkan rasio kecelakaan sekitar 47.32 % yang diakibatkan oleh kondisi permukaan jalan yang licin pada saat hujan (Rahmawati, 2010).

Pemanfaatan limbah plastik untuk perkerasan jalan yang sering dilakukan di antaranya limbah plastik sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas aspal (*asphalt modifier*) seperti yang dilakukan oleh Al-Hadidy dan Qiu (2008). Dalam penelitian tersebut, digunakan *low density polyethylene* (LDPE) yang dicampurkan dalam aspal dengan komposisi 0%, 1%, 3%, 5% dan 7%. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan LDPE dapat meningkatkan angka stabilitas campuran perkerasan jalan. Al-Hadidy dan Qiu (2009) juga telah melakukan penelitian tentang evaluasi perkerasan jalan dengan memodifikasi aspal yang ditambahkan *polypropylene*. Salah satu kesimpulan dari penelitian ini adalah dengan penambahan *polypropylene* pada aspal dapat meningkatkan stabilitas campuran bahan perkerasan jalan.

Selain dapat dilaksanakan dengan biaya yang murah, penggunaan limbah plastik ini dapat mengurangi masalah lingkungan yang timbul

akibat meningkatnya limbah plastik tiap tahunnya. Melalui aspal modifikasi ini diharapkan dapat menghasilkan suatu alternatif baru dalam meningkatkan kinerja dari perkerasan jalan. Rahmawati dan Rizana (2013) telah melakukan penelitian tentang penggunaan limbah *polypropylene* (PP) sebagai pengganti agregat. Dari studi tersebut didapatkan bahwa penggunaan PP bias meningkatkan stabilitas, flow, VIM dan VMA.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat-sifat fisik plastik PP dan HDPE yang digunakan sebagai campuran aspal pada perkerasan jalan, serta mengevaluasi kinerja campuran laston_WC dengan aspal modifikasi plastik PP dan HDPE.

METODE PENELITIAN

Limbah plastik yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai pengganti sebagian aspal yang digunakan. Pengujian aspal dan agregat yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pedoman dari Bina Marga 1995 dan Bina Marga 1996. Tahapan penelitian mengikuti langkah sebagai berikut:

- *Tahapan persiapan*

Persiapan bahan meliputi kegiatan pengadaan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain agregat kasar, agregat halus, aspal dan plastik (*HDPE dan PP*). Agregat kasar dan halus didapatkan dari toko material PD. Soruso Jaya Abadi Yogyakarta, sedangkan untuk plastik HDPE dan PP didapatkan dari pabrik plastik Yu Ping di Solo, Jawa Tengah. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian agregat kasar, agregat halus, aspal dan biji plastik, serta benda uji *Marshall* harus dalam kondisi bersih, baik dan terkalibrasi.

- *Pengujian bahan*

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan plastik HDPE dan PP yang terlebih dahulu dilakukan pengujian sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Adapun untuk pengujian plastik HDPE dan PP, meliputi berat jenis dan titik leleh.

- *Perencanaan campuran*

Kadar aspal optimum yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 6,5% dari total campuran, sedangkan kadar plastik yang direncanakan sebesar 0%, 2%, 4% dan 6% dari kadar aspal yang digunakan. Kemudian plastik yang sudah ditimbang dilelehkan dalam wadah yang berbeda dengan wadah aspal. Setelah plastik meleleh, kemudian dicampurkan kedalam aspal yang sedang dipanaskan dan diaduk sampai plastik dan aspal tercampur merata.

- *Pembuatan benda uji*

Pada tahapan ini, agregat ditimbang sesuai dengan perencanaan gradasi setiap nomor saringan atau fraksinya. Misalnya jumlah agregat yang tertahan saringan No. 4 sebanyak 25% dari total berat agregat (1200 gram) atau sebanyak 300 gram.

Setelah dilakukan penimbangan, lalu agregat dipanaskan hingga suhu 160°C, lalu dicampur dengan aspal yang telah ditambahkan plastik sesuai kadar yang direncanakan, yakni 0%, 2%, 4% dan 6% dari total berat aspal. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan untuk ditumbuk sebanyak 2×75 kali. Benda uji dibuat sebanyak dua (2) buah untuk setiap kadar plastik yang digunakan.

- *Pengujian benda uji*

Pengujian benda uji dengan menggunakan Alat Uji Marshall. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* yang digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow meter* yang digunakan untuk mengukur kelelahan (*flow*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian sifat-sifat fisik agregat dan aspal ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa agregat yang digunakan pada penelitian ini, memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-2417-1991, sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar campuran aspal dari penelitian ini.

Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan merupakan aspal dengan penetrasi tinggi 80/100 murni. Pemeriksaan aspal penetrasi sebagai dasar dari penelitian aspal campuran plastik harus memenuhi standar yang telah ditetapkan. Standar menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU, 2006) yang telah ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel.2.

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, menunjukkan bahwa pengujian penetrasi rata-rata adalah 85 per 0,1 mm. Hasil ini masih berada dalam batas untuk aspal penetrasi 80/100 yaitu antara 80-99. Pemeriksaan lainnya adalah pemeriksaan daktilitas yang bertujuan untuk mengukur fleksibilitas aspal yang digunakan. Menurut persyaratan dari SNI 06-2432-1991, nilai minimal untuk daktilitas adalah 100 cm dan hasil pemeriksaan daktilitas didapat sebesar 103 cm, sehingga aspal yang digunakan memenuhi syarat.

Hasil Pengujian PP dan HDPE

Pemeriksaan terhadap sifat fisik plastik PP dan HDPE ditunjukkan dalam Tabel 3. Dari hasil pengujian bisa dilihat bahwa hasil pengujian berat jenis dari plastik PP dan HDPE sebesar 0,901 gr/cm³ dan 0,965 gr/. Selain itu besarnya nilai titik leleh untuk plastik PP sebesar 142⁰C, sedangkan untuk plastik HDPE sebesar 134⁰C.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,614	2,5	-	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-1990
4	Penyerapan	%	0,39	-	3	SNI 03-1969-1990
5	Penyerapan Abrasi	%	27,38	-	40	SNI 03-2417-1991

Lanjutan Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
II. Agregat Halus						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,354	-	-	SNI 03-1979-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,779	2,5	-	SNI 03-1979-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,507	-	-	SNI 03-1979-1990
4	Penyerapan	%	6,553	-	3	SNI 03-1979-1990

Tabel 2. Hasil pengujian aspal 80/100

No	Jenis Pengujian	Hasil	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	85	SNI 06-2456-1991	80 – 99
2	Titik lembek; ⁰ C	53	SNI 06-2434-1991	46 – 54
3	Titik Nyala; ⁰ C	255	SNI 06-2434-1991	Min. 200
4	Daktalitas, 25 ⁰ C; cm	103	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5	Berat jenis	1,10	SNI 06-2488-1991	Min. 1,0
6	Kehilangan berat; berat	0,1	SNI 06-2441-1991	Max 1

Tabel 3. Hasil pengujian PP dan HDPE

No	Jenis pengujian	Hasil	Satuan
1	Titik leleh PP	142	(⁰ C)
	Titik leleh HDPE	134	(⁰ C)
2	Berat jenis PP	0,901	gr/cm ³
	Berat jenis HDPE	0,965	gr/cm ³

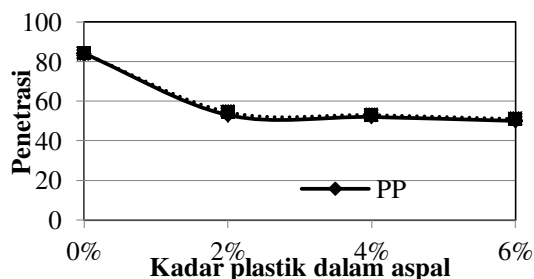
Hasil Pengujian Aspal-PP dan Aspal-HDPE

• Penetrasi

Pemeriksaan terhadap penetrasi pada campuran aspal plastik PP dan HDPE dengan kadar plastik 0%, 2%, 4%, dan 6% ditunjukkan dalam Tabel 4 dan Gambar 1.

Tabel 4. Hasil pengujian penetrasi

Kadar Plastik	0%	2%	4%	6%
Aspal-PP	84	53	52	50
Aspal- HDPE	84	55	53	51



Gambar 1. Grafik hubungan penetrasi aspal-plastik terhadap kadar plastik dalam aspal

Dari grafik pengujian penetrasi di atas terlihat bahwa setelah menambahkan kadar plastik PP 2%, 4%, 6% dan HDPE 2%, 4%, dan 6% pada campuran aspal, nilai penetrasi yang dihasilkan cenderung mengalami menurun. Hal ini terjadi karena plastik PP dan HDPE termasuk ke dalam jenis polimer yang memiliki sifat yang mampu menahan beban namun tetap elastis. Semakin banyak kadar plastik yang ditambahkan, semakin rendah penetrasi yang dihasilkan hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya kadar plastik yang ditambahkan, akan mengakibatkan campuran aspal-plastik menjadi lebih keras.

Apabila dibandingkan dari kedua jenis campuran plastik yang ditambahkan, nilai penetrasi campuran aspal-HDPE mempunyai nilai penetrasi lebih tinggi dari pada Aspal-PP, hal ini dikarenakan plastik HDPE mempunyai titik leleh yang lebih rendah sehingga lebih lunak bila dicampur dengan aspal. Hal inilah yang mengakibatkan aspal-HDPE mempunyai nilai penetrasi yang lebih tinggi. Standar nilai penetrasi untuk aspal modifikasi antara 50-80 mm, sehingga dari nilai penetrasi yang didapat baik untuk aspal

modifikasi PP dan HDPE memenuhi standar yang disyaratkan.

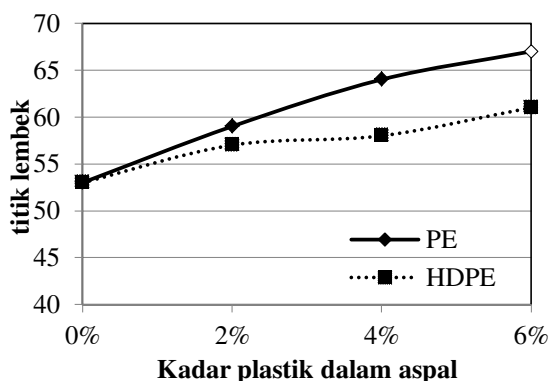
- *Titik Lembek*

Pada pengujian titik lembek aspal tanpa campuran dan dengan campuran PP dan HDPE menghasilkan nilai seperti yang terdapat pada Tabel 5. Pengujian ini berdasarkan SNI-06-2434-1991. Nilai titik lembek yang dihasilkan ini telah memenuhi spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum 2007 yang menetapkan persyaratan titik lembek untuk material aspal campuran sebesar $48^{\circ}\text{C} - 58^{\circ}\text{C}$. Tabel 5 dan Gambar 2. menunjukkan hasil pengujian titik lembek aspal plastik PP dan HDPE.

Tabel 5. Hasil pengujian titik lembek

Kadar plastik	0%	2%	4%	6%
Aspal-PP	53	59	64	67
Aspal- HDPE	53	57	58	61

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil pengujian titik lembek yang diperoleh dari pengujian meningkat seiring dengan penambahan plastik dalam campuran aspal. Hal ini terjadi karena plastik mempunyai sifat *high temperature resistance*, daya tahan panas sampai suhu 120°C . Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa titik lembek untuk aspal-PP lebih tinggi daripada titik lembek aspal-HDPE, hal ini dikarenakan material plastik PP mempunyai nilai titik leleh lebih tinggi daripada material plastik HDPE.



Gambar 2. Grafik hubungan titik lembek aspal plastik terhadap kadar plastik dalam aspal

Hasil Pengujian Marshall

- *Stabilitas*

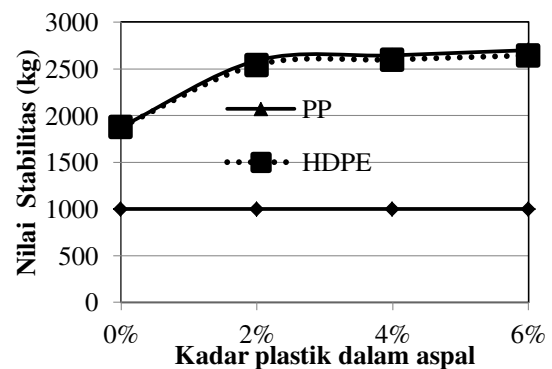
Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan

plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas. Nilai stabilitas untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 3.

Tapkin (2006) telah melakukan studi tentang pengaruh serat *polypropylene* terhadap performa aspal. Dari studi tersebut didapatkan penambahan serat *polypropylene* terhadap aspal dapat meningkatkan angka stabilitas.

Tabel 6. Nilai Stabilitas

Kadar Plastik (%)	Nilai Stabilitas Campuran (kg)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PP	1879	2588	2644	2700
Campuran aspal-HDPE	1879	2543	2599	2644



Gambar 3. Grafik hubungan stabilitas campuran terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Dari grafik terlihat bahwa penambahan plastik PP dan HDPE pada campuran beraspal dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran untuk campuran laston. Campuran aspal dengan plastik PP mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi daripada nilai stabilitas pada campuran aspal dengan HDPE, hal ini disebabkan karena nilai penetrasi dari aspal dengan PP lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai penetrasi aspal dengan HDPE. Pada campuran laston nilai stabilitas tertinggi dicapai pada campuran HDPE dan PP sebanyak 6% yakni sebesar 2644 kg dan 2700 kg. Berdasarkan Bina Marga (RSNI-03-1737-1989), persyaratan untuk nilai stabilitas yaitu minimal 1000 kg, sehingga dari campuran-campuran tersebut memenuhi syarat minimal untuk stabilitas.

Semakin bertambahnya kadar plastik yang digunakan, maka akan semakin rendah penetrasi yang dihasilkan. Nilai penetrasi

yang rendah mengakibatkan nilai stabilitas yang didapat tinggi, sehingga akan menyebabkan perkerasan akan menjadi kaku dan mudah retak akibat beban lalu lintas. Demikian pula sebaliknya, jika nilai stabilitas yang dihasilkan terlalu rendah akan menyebabkan mudahnya terjadi deformasi.

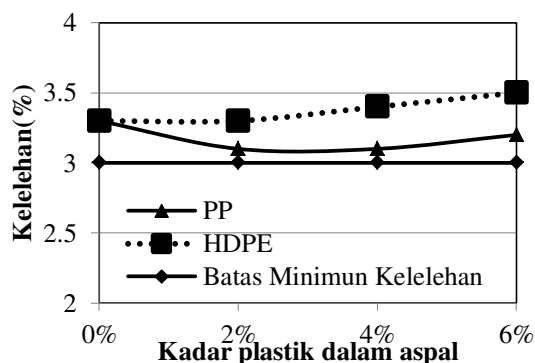
- *Kelelehan*

Kelelehan menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai kelelehan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji kelelehan (*flow*) saat pengujian *Marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan *inch*, maka harus dikonversikan dalam satuan millimeter. Hasil kelelehan ditunjukkan dalam Tabel 7 dan Gambar 4.

Tabel 7. Nilai Kelelehan

Kadar Plastik (%)	Nilai Kelelehan Campuran (kg)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PP	3,3	3,1	3,1	3,2
Campuran aspal-HDPE	3,3	3,3	3,4	3,5

Penggunaan PP dan HDPE dalam campuran laston cenderung menaikkan nilai kelelehan. Semakin banyak kadar plastik yang digunakan dalam campuran aspal akan mengakibatkan mengentalnya campuran aspal-plastik, hal ini lah yang menjadi penyebab mengapa hasil kelelehan (*flow*) meningkat dengan bertambahnya kadar plastik yang dicampurkan.



Gambar 4. Grafik hubungan kelelehan campuran terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Nilai kelelehan campuran aspal-PP kecenderungannya lebih rendah bila dibandingkan dengan campuran aspal-HDPE,

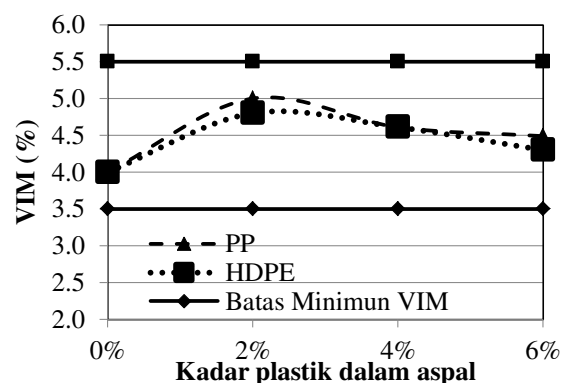
hal ini dikarenakan PP mempunyai nilai penetrasi yang lebih rendah dari pada plastik HDPE sehingga pastik PP mempunyai karakteristik fisik yang lebih keras dari plastik PP. Nilai kelelehan yang disyaratkan tidak boleh lebih kecil dari 3 mm, sehingga dari nilai kelelehan yang dihasilkan semua memenuhi spesifikasi.

- *Void in the mix (VIM)*

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal. Nilai VIM berpengaruh terhadap nilai dari durabilitas, semakin besar nilai VIM menunjukkan campuran bersifat keropos (*porous*). Proses ini mengakibatkan udara dan air mudah masuk ke dalam lapis perkerasan sehingga berakibat meningkatkan proses oksidasi yang dapat mempercepat penuaan aspal. Spesifikasi dari VIM berkisar antara 3%-6%. Hasil nilai VIM ditunjukkan pada Tabel.8 dan Gambar 5

Tabel 8. Nilai VIM

Kadar Plastik (%)	Nilai VIM (%)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PP	4,0	5,0	4,6	4,5
Campuran aspal-HDPE	4,0	4,8	4,6	4,3



Gambar 5. Grafik hubungan VIM terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Dari grafik terlihat bahwa penambahan pastik PP dan HDPE pada campuran laston dapat menurunkan nilai VIM. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar plastik yang digunakan, akan semakin mengisi rongga-rongga di dalam campuran laston. Nilai VIM yang sangat kecil mengakibatkan lapisan kedap air dan udara tidak bias masuk ke dalam campuran Penggunaan aspal yang cukup banyak mempengaruhi nilai VIM yang

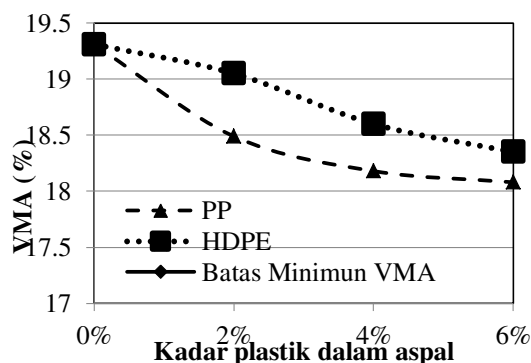
kecil. Jika nilai VIM kecil serta kadar aspal yang digunakan cukup tinggi, maka kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. Dari hasil yang didapat dalam Tabel 8 dapat dilihat bahwa campuran aspal dengan plastik PP lebih cenderung memberikan hasil VIM lebih tinggi bila dibandingkan dengan campuran aspal dengan HDPE, hal ini dikarenakan plastik PP lebih tinggi titik lelehnya dibanding plastik HDPE, sehingga aspal yang dicampur dengan plastik PP akan lebih kental pada saat dicampur dengan suhu tertentu sehingga lebih susah masuk ke rongga-rongga dalam campuran.

- *Void in mineral aggregate (VMA)*

VMA adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan. VMA atau yang lebih dikenal dengan rongga dalam agregat merupakan salah satu parameter penting dalam rancangan campuran aspal, karena pengaruhnya terhadap ketahanan dari campuran aspal. VMA menunjukkan banyaknya % aspal dari rongga yang terisi aspal. Nilai hasil pengujian VMA ditunjukkan pada Tabel 9 dan Gambar 6.

Tabel 9. Nilai VIM

Kadar Plastik (%)	Nilai VMA (%)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PP	19,31	18,49	18,18	18,08
Campuran aspal-HDPE	19,31	19,05	18,60	18,35



Gambar 6. Grafik hubungan VMA terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Dari hasil analisis, semakin bertambahnya kadar plastik PP dan HDPE yang digunakan dalam campuran akan memberikan nilai VMA yang semakin menurun, hal ini menunjukkan

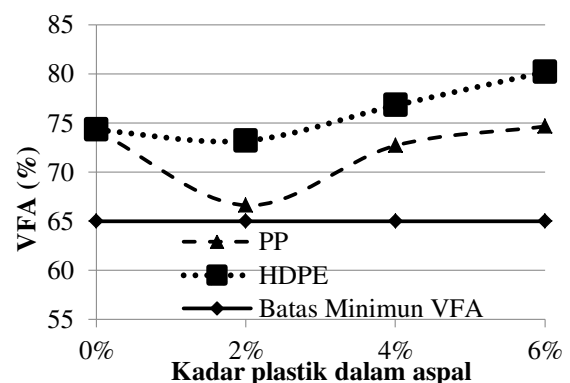
bahwa bertambahnya kadar plastik sebagai bahan campuran aspal ke dalam campuran laston, memberikan pengaruh terhadap berat isi campuran yang nilainya cenderung bertambah dan mengakibatkan penurunan nilai VMA. Nilai VMA yang disyaratkan sebesar 15%, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semua data masuk spesifikasi yang disyaratkan.

- *Void fill with asfalt (VFA)*

VFA adalah volume rongga yang terisi oleh aspal. Rongga ini dalam kondisi kering akan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Kriteria VFA bertujuan untuk menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup. Hasil nilai VFA dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 7

Tabel 10. Nilai VFA

Kadar Plastik (%)	Nilai VFA (%)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PP	74,3	66,6	72,7	74,7
Campuran aspal-HDPE	74,3	73,2	76,8	80,2



Gambar 7. Grafik hubungan VFA terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Penggunaan plastik PP dan HDPE sebagai bahan campuran pada aspal cenderung meningkatkan nilai VFA seperti yang terlihat di grafik di atas. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan campuran aspal pada campuran laston, akan mengakibatkan semakin mengecilnya rongga dalam campuran akibat semakin meningkatnya rongga-rongga yang terisi oleh aspal. Nilai minimal VFA sesuai dengan spesifikasi yang ada sebesar 65%, sehingga dari hasil pengujian yang

didapatkan menunjukkan bahwa nilai VFA memenuhi standar.

Perbandingan nilai VFA untuk campuran dengan plastik PP dan plastik HDPE menunjukkan bahwa campuran dengan plastik HDPE memberikan nilai VFA lebih besar dari pada campuran dengan plastik PP, hal ini dikarenakan nilai VIM untuk campuran aspal dengan plastik HDPE lebih rendah daripada nilai VIM dengan campuran aspal plastik PP sehingga rongga yang terisi aspal untuk campuran plastik dengan HDPE juga lebih tinggi jika dibandingkan campuran aspal-PP.

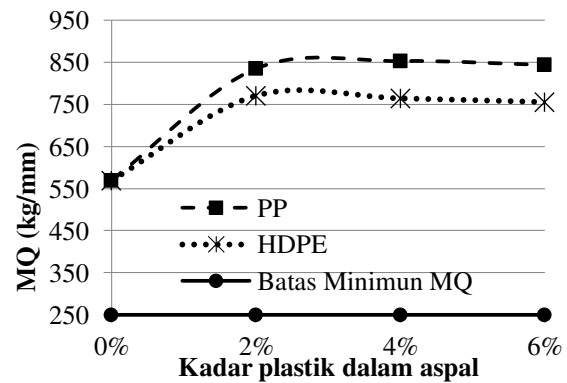
• *Marshall Quotient*

MQ dihitung sebagai rasio dari stabilitas terhadap keelehan yang digunakan sebagai indikator kekakuan campuran. Semakin tinggi nilai MQ suatu campuran, maka semakin kaku campuran tersebut. Semakin rendah nilai MQ suatu campuran, maka resiko yang memungkinkan adalah retak permukaan dan pergerakan horizontal pada arah perjalanan. Hasil untuk pengujian MQ tersebut dapat dilihat pada Tabel 11.

Dari Gambar 8 terlihat bahwa penambahan PP dan HDPE pada campuran laston cenderung menaikkan nilai MQ. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa semua campuran laston untuk berbagai variasi penggunaan PP maupun HDPE memenuhi syarat yang ditetapkan untuk nilai MQ yaitu lebih dari 250 kg/mm.

Tabel 11 . Nilai MQ

Kadar Plastik (%)	Nilai MQ			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PP	569,39	834,84	852,90	843,75
Campuran aspal-HDPE	569,39	770,45	764,34	755,36



Gambar 8. Grafik hubungan MQ terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Hasil bagi *Marshall* atau *Marshall Quotient* (MQ) adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai keelehan (flow) yang juga merupakan indikator terhadap kekakuan campuran secara empiris. Tidak ada pembatas spesifikasi sampai dimana besar angka MQ, sehingga dapat dikatakan dengan bertambahnya kadar plastik ke dalam campuran akan memperbaiki konstruksi tersebut dari segi MQ. Perbandingan nilai MQ untuk campuran aspal-PP dan aspal-HDPE menunjukkan bahwa campuran aspal-PP memberikan nilai MQ yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan nilai stabilitas dari campuran aspal-PP lebih tinggi dari campuran aspal-HDPE.

KESIMPULAN

Penggunaan PP dan HDPE pada jenis ini memberikan pengaruh pada campuran laston terhadap berbagai karakteristik Marshall yakni:

- Nilai stabilitas, keelehan dan VFA yang cenderung mengalami peningkatan, sedangkan nilai Flow, VIM, VMA dan MQ yang cenderung mengalami penurunan.
- Nilai Stabilitas, VIM dan MQ untuk campuran aspal-PP memberikan nilai yang lebih tinggi daripada campuran aspal-HDPE.
- Nilai keelehan (*flow*), VMA dan VFA campuran aspal-PP lebih rendah daripada campuran aspal-HDPE.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y. (2008), *Effect of Polyethylene on Life Flexible Pavements*, Construction and Building Materials. Vol.23: 1456-1464
- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., (2009), *Mechanistic Approach for Polypropylene-modified Flexible Pavements*, Construction and Building Materials, Vol. 30:1133-1140
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1737-1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat agregat kasar*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2417 1991, *Metode Pengujian Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 06-2432-1991, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan aspal*
- Bina Marga (1995), *Syarat Gradasi Bahan pengisi Campuran Aspal*, Jakarta.
- Bina Marga, (1999), *Pedoman Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Catt, O.V., 2004. *Investigation of polymer modified asphalt by shear and tensile compliances*. Material Characterization for Inputs into AASHTO 2002 Guide Session of the 2004 Annual Conf. Transportation Assoc. Canada, Québec City, Québec.
- Copplantz, J.S. et al., 1993. *Review of relationships between modified asphalt properties and pavement performance*. SHRP-A-631, Strategic Highway Res. Program, National Res. Council Washington, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum (2006), *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya*, Jakarta.
- Rahmawati, A (2011), *Utilizing High Density Polyethylene (HDPE) Sinthetic Aggregate as a Chip Sealing Material in Improving Skid Resistance*, Jurnal Semesta Teknika Vol 14 No 2, November 2011.
- Rahmawati, A dan Rizana, R (2013), *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Polipropilena sebagai Pengganti Agregat Pada Campuran Laston Terhadap Karakteristik Marshall*, UMY, Yogyakarta, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS) - Surakarta, 24-26 Oktober 2013
- Tapkin, S., (2007), *The effect of Polypropylene fibers on asphalt performance*. Building and Environment, Vol. 43 : 1065-1071